

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

#4  
1c971 U.S. PTO  
09/816325  
03/26/01

Applicant(s): ASAKURA, Takeshi

Application No.:

Group:

Filed: March 26, 2001

Examiner:

For: METHOD OF MEASURING ROTATION OF SPHERE

L E T T E R

Assistant Commissioner for Patents  
Box Patent Application  
Washington, D.C. 20231

March 26, 2001  
3673-0105P

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55(a), the applicant hereby claims the right of priority based on the following application(s):

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	2000-117561	04/19/01

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto. Also enclosed are the verified English translation(s) of the above-noted priority application(s).

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to deposit Account No. 02-2448 for any additional fees required under 37 C.F.R. 1.16 or under 37 C.F.R. 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

BY: 

JOSEPH A. KOLASCH  
Reg. No. 22,463  
P. O. Box 747  
Falls Church, Virginia 22040-0747

Attachment  
(703) 205-8000  
/pf

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

ASAKURA, Takeshi  
3-26-01  
BSKB  
(703) 205-8000  
3673-0105P  
10F1

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 4月19日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-117561

出 願 人  
Applicant(s):

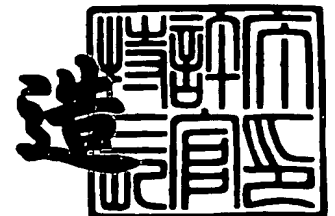
住友ゴム工業株式会社

JC971 U.S. PTO  
09/816325  
03/26/01

2000年12月22日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3106638

【書類名】 特許願

【整理番号】 P-0121

【提出日】 平成12年 4月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 11/26

【発明の名称】 球体の回転運動計測方法及び計測装置

【請求項の数】 5

【発明者】

    【住所又は居所】 兵庫県神戸市中央区脇浜町3丁目6番9号 住友ゴム工業株式会社内

    【氏名】 朝倉 健

【特許出願人】

    【識別番号】 000183233

    【氏名又は名称】 住友ゴム工業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100107940

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 岡 憲吾

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 091444

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 0001533

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 球体の回転運動計測方法及び計測装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 飛行中の球体を所定時間を隔てて 2 回撮影し、得られた 2 枚の静止画像を用いて球体表面の認識マークから画像処理によって球体の回転運動を計測する方法であって、

この認識マークが、方向性を備えた中心マークと、この中心マークを取り囲むように配置された 3 個以上の回転角度算出マークとからなることを特徴とする計測方法。

【請求項 2】 上記回転角度算出マークのそれぞれの中心位置が、中心マークの中心位置から 1 3 m m 以上 1 7 m m 以下の領域内に存在している請求項 1 に記載の計測方法。

【請求項 3】 上記中心マークが、長方形と、この長方形から離間して長方形の 1 つの短辺に隣接する円とから構成されている請求項 1 又は請求項 2 に記載の計測方法。

【請求項 4】 2 枚の静止画像のそれぞれにおいて中心マークを認識するステップと、

中心マークから得られる方向情報に基づき、それぞれの静止画像において回転角度算出マーク同士を区別して認識するステップと、

一方の静止画像の回転角度算出マークと他方の静止画像の回転角度算出マークとの対応から、回転角度の算出に用いられる回転角度算出マークを決定するステップと、

決定された回転角度算出マークから球体の回転角度を算出するステップとを含む、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の計測方法。

【請求項 5】 飛行中の球体を撮影する 1 台又は 2 台のカメラと、このカメラによって撮影された 2 枚の静止画像データを記録する記憶手段と、2 枚の静止画像データを対比して球体の回転角度を算出する演算手段とを備えた計測装置であって、

回転角度の算出が、方向性を備えた中心マークとこの中心マークを取り囲むよ

うに配置された 3 個以上の回転角度算出マークとからなり球体の表面に印された認識マークに基づいてなされるように構成された計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えばゴルフボール、テニスボール等の球体の回転運動計測方法と、この計測方法に用いられる計測装置とに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

ゴルフボールがゴルフクラブで打撃されると、いわゆるバックスピンを伴って飛行する。このバックスピンは、水平であって打撃方向と直交する方向（以下、「z 方向」と称される）を軸とする回転である。バックスピンによってゴルフボールに揚力が働き、この揚力がゴルフボールの飛距離を増大させる。またゴルフボールは、いわゆるサイドスピンを伴って飛行することもある。このサイドスピンは、鉛直方向（以下、「y 方向」と称される）を軸とする回転である。このサイドスピンにより、ゴルフボールが左に曲がったり（右利きゴルファーにとってのドローボール）、右に曲がったり（右利きゴルファーにとってのフェードボール）する。さらにゴルフボールは、水平であって打撃方向と同一方向（以下、「x 方向」と称される）を軸とする回転を伴って飛行することもある。

【0003】

ゴルファーのスイングフォームの診断には、打球の回転速度（回転角度の測定によって得られる）の計測が有効である。また、ゴルフボールやゴルフクラブの評価においても打球の回転速度の計測は有効であり、ゴルフボール及びゴルフクラブの開発段階では回転速度の計測が不可避となっている。

【0004】

特許第 2 8 1 0 3 2 0 号公報には、飛行中のゴルフボールを一方向（通常は z 方向）から所定時間を隔てて 2 回撮影し、得られた 2 枚の静止画像から各軸周りの回転角度を算出する計測方法が開示されている。この計測方法では、ゴルフボール表面に印された 3 点の認識マークを第一静止画像及び第二静止画像から読み

とり、これに基づいて回転角度が計算される。この計測方法では、認識マークの読みとりは、主として手作業で行われる。なぜならば、第一静止画像に現れた3点の認識マークと第二静止画像に現れた3点の認識マークとをそれぞれ1対1で対応させる作業の自動化が困難だからである。

#### 【0005】

特開2000-19186号公報には、認識マークとして二等辺三角形が用いられたゴルフボールの回転運動測定方法が開示されている。二等辺三角形は方向性を備えているので、この二等辺三角形から得られる方向情報に基づき、2枚の静止画像間のそれぞれの測定点（二等辺三角形の3つの頂点）が1対1で対応され得る。従って、画像処理による回転角度の自動計測が可能となる。

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記公報における認識マークはゴルフボールの直径に対して小さく、測定点同士が近いので、測定点の読み取り誤差が生じた場合に、この誤差に起因する回転角度の誤差が大きくなってしまう。誤差の抑制のためには二等辺三角形が十分大きくされる必要があるが、二等辺三角形が大きいとサイドスピンがかかった場合に二等辺三角形の一部が静止画像に撮影されなくなり、測定点の不足、認識マークの形状誤認識等が生じて回転角度の計測が不可能となってしまうという問題がある。

#### 【0007】

本発明はこのような問題に鑑みてなされたものであり、回転運動の自動計測が可能で、しかも複数方向の回転がかかった場合にでも計測不能となることが少ない球体回転運動計測方法の提供を目的とするものである。また、他の発明は、この計測方法に用いられる計測装置の提供を目的とするものである。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するためになされた発明は、

飛行中の球体を所定時間を隔てて2回撮影し、得られた2枚の静止画像を用いて球体表面の認識マークから画像処理によって球体の回転運動を計測する方法で

あって、

この認識マークが、方向性を備えた中心マークと、この中心マークを取り囲むように配置された 3 個以上の回転角度算出マークとからなることを特徴とする計測方法、  
である。

【 0 0 0 9 】

また、上記の目的を達成するためになされた他の発明は、

飛行中の球体を撮影する 1 台又は 2 台のカメラと、このカメラによって撮影された 2 枚の静止画像データを記録する記憶手段と、2 枚の静止画像データを対比して球体の回転角度を算出する演算手段とを備えた計測装置であって、

回転角度の算出が、方向性を備えた中心マークとこの中心マークを取り囲むように配置された 3 個以上の回転角度算出マークとからなり球体の表面に印された認識マークに基づいてなされるように構成された計測装置、  
である。

【 0 0 1 0 】

これらの発明では、中心マークが方向性を備えているので、この中心マークから、画像処理によってゴルフボール表面の方向情報が得られる。この方向情報が用いられることにより、3 個以上設けられた回転角度算出マークのそれぞれが、中心マークとの位置関係において区別される。従って、第一静止画像と第二静止画像とにおいて、それぞれの回転角度算出マークが 1 対 1 で対応される。よって、画像処理により回転角度が自動計算され得る。しかも、回転角度算出マークは 3 個以上設けられているので、例えばサイドスピン多少かかった場合でも、少なくとも 2 個の回転角度算出マークが静止画像から消えずに残る確率が高くなり、回転角度が計測不能となることが少ない。

【 0 0 1 1 】

好ましくは、回転角度算出マークのそれぞれの中心位置は、中心マークの中心位置から 1 3 mm 以上 1 7 mm 以下の領域内に存在する。これにより、サイドスピン等によって計測不能となることがより抑制されるとともに、回転角度の測定精度が向上する。

## 【 0 0 1 2 】

好ましくは、長方形とこの長方形から離間して長方形の1つの短辺に隣接する円とから、中心マークが構成される。この中心マークは比較的シンプルな形状の組み合わせからなるので、画像処理による形状認識が容易である。従って、中心マークの位置の認識、方向に関する情報等の精度が高まる。

## 【 0 0 1 3 】

この計測方法は、

2枚の静止画像のそれぞれにおいて中心マークを認識するステップと、

中心マークから得られる方向情報に基づき、それぞれの静止画像において回転角度算出マーク同士を区別して認識するステップと、

一方の静止画像の回転角度算出マークと他方の静止画像の回転角度算出マークとの対応から、回転角度の算出に用いられる回転角度算出マークを決定するステップと、

決定された回転角度算出マークから球体の回転角度を算出するステップとを含む。

## 【 0 0 1 4 】

## 【発明の実施の形態】

以下、適宜図面が参照されつつ、本発明の実施形態が説明される。

## 【 0 0 1 5 】

図1は、本発明の一実施形態にかかる回転運動計測装置が示された斜視図である。この図には、ビーム発射体1及びビーム受光体3からなるセンサと、ティ5と、ティ5に載置されたゴルフボール7と、第一カメラ9と、第二カメラ11とが示されている。ゴルフボール7の表面には、後に詳説される認識マークが印されている。図1の右から左への方向が、ゴルフボール7の打撃方向（y方向）である。

## 【 0 0 1 6 】

ゴルフボール7がゴルフクラブで打撃されて発射されると、その直後に第一カメラ9及び第二カメラ11がゴルフボール7を撮影する。撮影は、ゴルフクラブのヘッドの通過をセンサが検知した後、所定時間経過後に行われる。第二カメラ



11による撮影は、第一カメラ9による撮影よりも遅れてなされる。すなわち、第一カメラ9及び第二カメラ11によって、飛行中のゴルフボール7についての、所定時間を隔てた2枚の静止画像が得られる。この静止画像のデータは、図示されないコンピュータの記憶手段（例えばRAM）に記憶される。この画像データは演算手段（例えばCPU）によって対比され、後に詳説されるようにゴルフボール7の回転角度が計算される（いわゆる画像処理）。

## 【0017】

図1では、第一カメラ9及び第二カメラ11による撮影は、z方向からなされている。これは、ゴルフボール7では、z方向を軸とする回転（バックスピン）の速度が他の方向を軸とする回転の速度に比べてはるかに大きいからである。もちろん、状況に応じ、x方向又はy方向から撮影が行われてもよい。第一カメラ9及び第二カメラ11の種類は特には制限されないが、特にCCDカメラが好適である。また、カメラが1台のみとされ、このカメラによって撮影が2度行われてもよい。さらに、センサとして、ビーム発射体1及びビーム受光体3からなるものに代えて、例えば音響センサ等が用いられてもよい。

## 【0018】

図2（a）は第一カメラ9によって撮影された第一静止画像が示された正面図であり、図2（b）は第二カメラ11によって撮影された第二静止画像が示された正面図である。これらの図に示されているように、ゴルフボール7の表面には黒色に塗りつぶされた認識マークが印されている。なお、ゴルフボール7の表面には通常ディンプルが形成されているが、図2ではディンプルの図示は省略されている。

## 【0019】

認識マークは、中心マーク13と回転角度算出マーク15とからなる。中心マーク13は、黒色に塗りつぶされた長方形17と、黒色に塗りつぶされた円19とからなる。長方形17と円19とは離間しており、円19は長方形17の1つの短辺に隣接している。すなわち、中心マーク13はアルファベットの「i」に類似の形状である。中心マーク13は「i」に類似の形状には限られず、方向性を備えているマークであれば足りる。本明細書において「方向性を備えているマ

ーク」とは、その中心を軸として回転された場合に、360度(deg)回転されて初めて元の形状と重なるマークを意味する。従って、例えば円や正多角形のみからなるマークは、方向性を備えたマークとはいえない。また、菱形や平行四辺形のみからなるマークも、これらは180度回転対称であるので、方向性を備えたマークとはいえない。方向性を備えている他のマークとしては、例えば二等辺三角形（二等辺三角形の概念には正三角形も含まれるがここでは省かれる）、台形（台形の概念には平行四辺形、菱形、長方形及び正方形も含まれるが、ここでは省かれる）等が挙げられる。また、方向性を備えていないマークが2以上組み合わされて360度対称とされた場合も、全体としては方向性を備えてたマークとなる。但し、画像処理による方向情報が得られやすく、しかも中心位置の決定が容易であるという理由から、図2に示されたような「i」に類似の形状が好ましい。

#### 【0020】

回転角度算出マーク15は、中心マーク13を取り囲むように4個設けられている。この回転角度算出マーク15は、塗りつぶされた円である。なお、図2では球であるゴルフボール7が平面に投影された状態が撮影されているので、円である回転角度算出マーク15が楕円として画かれている。もちろん、円以外の、例えば正多角形等が回転角度算出マーク15とされてもよい。

#### 【0021】

回転角度が計算されるには、まず、中心マーク13から画像処理によって方向情報が得られる。例えば、図2(a)の第一静止画像において上向き方向が基準方向とされる。この基準方向との関係により、4個の回転角度算出マーク15それぞれが、他の回転角度算出マーク15と区別される。同様の区別は、図2(b)の第二静止画像においてもなされる。これにより、第一静止画像と第二静止画像との間において、個々の回転角度算出マーク15が1対1で対応される。次に、中心マーク13及び4個の回転角度算出マーク15から、回転角度の計算に用いられるいくつか（例えば3点）のマークが決定される。そして、決定されたマークについて画像処理で読みとられた中心位置に基づいてベクトル計算がなされ、ゴルフボール7の回転角度が求められる。この回転角度及び第一静止画像と第

二静止画像との間の時間から、回転速度が算出される。

【 0 0 2 2 】

図 3 は、他の静止画像が示された正面図である。図 2 では、ゴルフボール 7 にバックスピンのみがかかっており、従ってゴルフボール 7 は反時計回りにのみ回転しているが、この図 3 では、バックスピントともにサイドスピン（右利きゴルファーにとってドロースピンとなるサイドスピン）もかかっている。サイドスピンの影響により、4 個の回転角度算出マーク 1 5 のうちの 1 個が、静止画像に撮影されていない。しかし、3 個の回転角度算出マーク 1 5 及び中心マーク 1 3 は撮影されているので、画像処理による回転角度の計算は可能である。回転角度の計算では、2 枚の静止画像に共通して存在する回転角度算出マーク 1 5 が用いられる。ベクトル計算により、x 方向、y 方向及び z 方向のそれぞれを軸とする回転角度が算出される。もちろん、いずれか一方向を軸とする回転角度のみが算出されてもよく、また、任意の 2 方向についての回転角度が算出されてもよい。

【 0 0 2 3 】

サイドスピンによって回転角度の計算が不可能となることを抑制するため、回転角度算出マーク 1 5 は 3 個以上設けられる必要があり、特に 4 個以上が好ましい。また、回転角度算出マーク 1 5 が多すぎると回転角度算出マーク 1 5 の相互で画像処理による区別が困難となるので、回転角度算出マーク 1 5 は 6 個以下が好ましい。

【 0 0 2 4 】

回転角度算出マーク 1 5 が、中心マーク 1 3 の中心（図 2（a）において円 1 9 の最上点と長方形 1 7 の下側短辺の midpoint とを結ぶ線分の midpoint）から 1 3 mm 以上 1 7 mm 以下、特に 1 4 mm 以上 1 6 mm 以下の領域内に存在するのが好ましい。回転角度算出マーク 1 5 がこの領域よりも中心マーク 1 3 寄りであると、中心マーク 1 3 と回転角度算出マーク 1 5 との画像処理による区別が困難となったり、回転角度の測定誤差が大きくなってしまふことがある。逆に、回転角度算出マーク 1 5 がこの領域よりも外側寄りであると、回転角度算出マーク 1 5 の画像処理による認識が困難となってしまうことがあり、特にサイドスピンの大きいときにこの傾向が助長される。なお、回転角度算出マーク 1 5 が上記領域内にあ

るということは、回転角度算出マーク 1 5 の中心が上記領域内であることを意味する。また、中心マーク 1 3 と回転角度算出マーク 1 5 との距離は、中心マーク 1 3 が正面とされたときの投影平面上（すなわち静止画像上）で測定される。ゴルフボール 7 の表面は球なので、この球面上の距離は投影距離よりも大きくなる。

## 【 0 0 2 5 】

各回転角度算出マーク 1 5 は、なるべく等間隔で設けられるのが好ましい。これにより、静止画像に撮影される回転角度算出マーク 1 5 の数が不足してしまうことがより抑制される。具体的には、回転角度算出マーク 1 5 が 3 個の場合は、隣接する回転角度算出マーク 1 5 同士は 6 0 度以上 1 8 0 度以下、特には 9 0 度以上 1 5 0 度以下（理想的には 1 2 0 度）の中心角度間隔で設けられるのが好ましい。また、回転角度算出マーク 1 5 が 4 個の場合は、隣接する回転角度算出マーク 1 5 同士は 4 5 度以上 1 3 5 度以下、特には 6 8 度以上 1 1 3 度以下（理想的には 9 0 度）の中心角度間隔で設けられるのが好ましい。また、回転角度算出マーク 1 5 が 5 個の場合は、隣接する回転角度算出マーク 1 5 同士は 3 6 度以上 1 0 8 度以下、特には 5 4 度以上 9 0 度以下（理想的には 7 2 度）の中心角度間隔で設けられるのが好ましい。さらに、回転角度算出マーク 1 5 が 6 個の場合は、隣接する回転角度算出マーク 1 5 同士は 3 0 度以上 9 0 度以下、特には 4 5 度以上 7 5 度以下（理想的には 6 0 度）の中心角度間隔で設けられるのが好ましい。なお、中心角度間隔は、中心マーク 1 3 が正面とされたときの投影平面上で測定される。

## 【 0 0 2 6 】

中心マーク 1 3 が「i」に類似の形状とされる場合、その円 1 9 の直径は 2 mm 以上 4 mm 以下、特には 2.5 mm 以上 3.5 mm 以下が好ましい。直径が上記範囲未満であると、ゴルフボール 7 に付着した汚れ等と中心マーク 1 3 との区別が困難となってしまうことがある。逆に、直径が上記範囲を超えると、特に静止画像の周縁近くに円 1 9 が位置した際に画像処理による円 1 9 の中心の認識が困難となってしまうことがある。また、長方形 1 7 の短辺は円 1 9 の直径の 0.2 倍以上 1.0 倍以下、特には 0.5 倍以上 0.9 倍以下が好ましい。短辺が上

記範囲未満であると、画像処理による中心マーク 1 3 の認識が困難となってしまうことがある。逆に、短辺が上記範囲を超えると、光の反射等の原因で長方形 1 7 の一部が欠けた画像となった場合に、画像処理において長方形として認識されなくなってしまうことがある。また、長方形 1 7 の長辺は 4 mm 以上 1 0 mm 以下、特には 6 mm 以上 9 mm 以下が好ましい。長辺が上記範囲未満であると、画像処理において長方形として認識されなくなってしまうことがある。逆に、長辺が上記範囲を超えると、長方形 1 7 と回転角度算出マーク 1 5 との組み合わせが「i」に類似の形状と認識され、基準方向が誤って判定されてしまうことがある。なお、中心マーク 1 3 の寸法は、この中心マーク 1 3 が正面とされたときの投影平面上で測定される。

## 【 0 0 2 7 】

回転角度算出マーク 1 5 が円である場合、その直径は 2 mm 以上 4 mm 以下、特には 2. 5 mm 以上 3. 5 mm 以下が好ましい。直径が上記範囲未満であると、ゴルフボール 7 に付着した汚れ等と回転角度算出マーク 1 5 との区別が困難となってしまうことがある。逆に、直径が上記範囲を超えると、特に静止画像の周縁近くに回転角度算出マーク 1 5 が位置した際に画像処理による回転角度算出マーク 1 5 の中心の認識が困難となってしまうことがある。なお、回転角度算出マーク 1 5 の寸法は、この回転角度算出マーク 1 5 が正面とされたときの投影平面上で測定される。

## 【 0 0 2 8 】

図 2 及び図 3 では、中心マーク 1 3 及び回転角度算出マーク 1 5 が黒色に塗りつぶされているが、塗りつぶしの色は、ゴルフボール 7 の表面と区別されうるものであれば何色でも構わない。通常ゴルフボール 7 は白色なので、黒色、又は白との明度差が大きな無彩色若しくは有彩色が用いられる。マークの色は、ゴルフボール 7 の表面との明度差が 1 0 以上のものが好ましい。

## 【 0 0 2 9 】

## 【実施例】

以下、実施例によって本発明の効果が明らかにされるが、この実施例の記載に基づいて本発明が限定的に解釈されるべきでないことはもちろんである。

## 【 0 0 3 0 】

## 〔実施例 1〕

図 2 及び図 3 に示されるような、長方形及び円から構成された「i」に類似の形状の中心マークとこの中心マークを取り囲むように 90 度間隔で配置された 4 個の円形の回転角度算出マークとからなる認識マークを、ゴルフボールの表面に印した。中心マークの中心位置と回転角度算出マークの中心位置との距離を 15 mm とし、回転角度算出マークの直径を 3 mm とした。また、中心マークの円の直径を 3 mm とし、長方形の短辺を 2.1 mm とし、長辺を 7 mm とし、円と長方形との間隙の距離を 2 mm とした。このゴルフボールをスイングロボットに取り付けられたゴルフクラブ (W1) で打撃し、図 1 に示されるような計測装置で撮影し、2 枚の静止画像を得た。これらの静止画像から、バックスピン及びサイドスピンの回転角度を画像処理により算出した。この算出を、10 個のゴルフボールを 10 回ずつ打撃して、合計で 100 回繰り返した。なお、バックスピンの回転速度が約 3000 rpm、サイドスピンの回転速度が約 200 rpm となるように、スイングロボットの条件を調整した。計測に際し、以下の (1) から (3) の項目について評価した。これらの評価結果が、下記の表 1 に示されている。

## 【 0 0 3 1 】

## (1) マーク消えの発生率

画像処理が不可能な程度にまで認識マークの一部が撮影されていない静止画像が得られた比率を求めた。

## (2) 回転角度算出マークの認識不良率

画像処理による回転角度算出マークの認識不良が発生した比率を求めた。認識不良は、回転角度算出マークが周縁に写ることにより扁平となって存在が認識されなかった場合、及び繰り返し打撃でゴルフボール表面に付着した汚れが回転角度算出マークと誤認識された場合に生じた。

## (3) 中心マークの認識不良率

画像処理による中心マークの認識不良が発生した比率を求めた。認識不良は、隣接する回転角度算出マークが中心マークの一部と誤認識された場合に生じ

た。

【 0 0 3 2 】

〔実施例 2 から 4〕

中心マークの中心位置と回転角度算出マークの中心位置との距離を下記の表 1 に示される値とした他は実施例 1 と同様にして、回転角度を計測した。計測に際し、実施例 1 と同様の評価を行った。これらの評価結果が、下記の表 1 に示されている。

【 0 0 3 3 】

〔実施例 5 及び 6〕

回転角度算出マークの直径を下記の表 1 に示される値とした他は実施例 1 と同様にして、回転角度を計測した。計測に際し、実施例 1 と同様の評価を行った。これらの評価結果が、下記の表 1 に示されている。

【 0 0 3 4 】

〔比較例〕

認識マークを、底辺が 2 4 m m で、2 個の斜辺が 3 5 m m の二等辺三角形とした他は実施例 1 と同様にして、回転角度を計測した。計測に際し、実施例 1 と同様の評価を行った。これらの評価結果が、下記の表 1 に示されている。

【 0 0 3 5 】

【表 1】

表 1 ゴルフボール回転角度計測方法の評価結果

		実施例 2	実施例 3	実施例 5	実施例 1	実施例 6	実施例 4	比較例
回転角度 算出マーク	中心マークからの距離 (mm)	11.5	13	15	15	15	17	—
	直径 (mm)	3	3	2	3	4	3	—
マーク消えの発生率 (%)		8	6	9	4	4	4	21
回転角度算出マークの認識不良率 (%)		1	2	3	3	3	11	—
中心マークの認識不良率 (%)		9	6	2	2	4	2	—

【0036】



表 1 において、各実施例の計測方法では、比較例の計測方法に比べてマーク消えの発生率が少ない。これは、回転角度算出マークが 3 個以上存在するため、一部が静止画像に撮影されなくても残りの回転角度算出マークと中心マークとで回転角度の算出ができるためである。この評価結果より、本発明の優位性が確認された。

【 0 0 3 7 】

以上ゴルフボールが一例とされて本発明の回転運動計測方法が説明されたが、本発明は例えばテニスボール等の、回転しつつ飛行する全ての球体の計測に用いられ得る。

【 0 0 3 8 】

【発明の効果】

以上説明されたように、本発明の回転運動計測方法及び計測装置によれば、回転運動の自動計測が可能である。しかも、複数方向の回転がかかった場合にでも計測不能となることが少ない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 は、本発明の一実施形態にかかる回転運動計測装置が示された斜視図である。

【図 2】

図 2 ( a ) は第一カメラによって撮影された第一静止画像が示された正面図であり、図 2 ( b ) は第二カメラによって撮影された第二静止画像が示された正面図である。

【図 3】

図 3 は、他の静止画像が示された正面図である。

【符号の説明】

- 1 . . . ビーム発射体
- 3 . . . ビーム受光体
- 5 . . . ティ
- 7 . . . ゴルフボール

9 ・ ・ 第一カメラ

1 1 ・ ・ ・ 第二カメラ

1 3 ・ ・ ・ 中心マーク

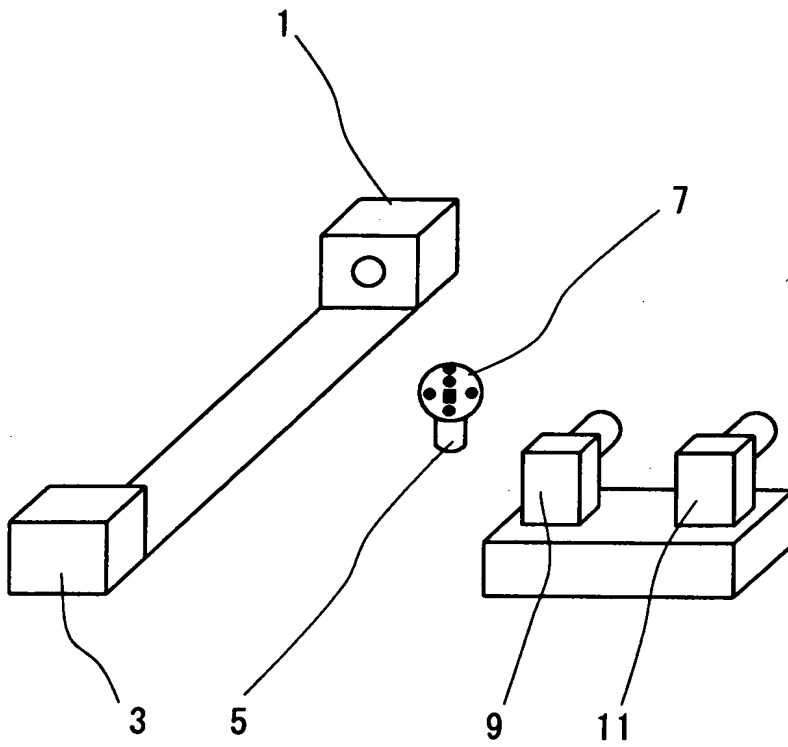
1 5 ・ ・ ・ 回転角度算出マーク

1 7 ・ ・ ・ 長方形

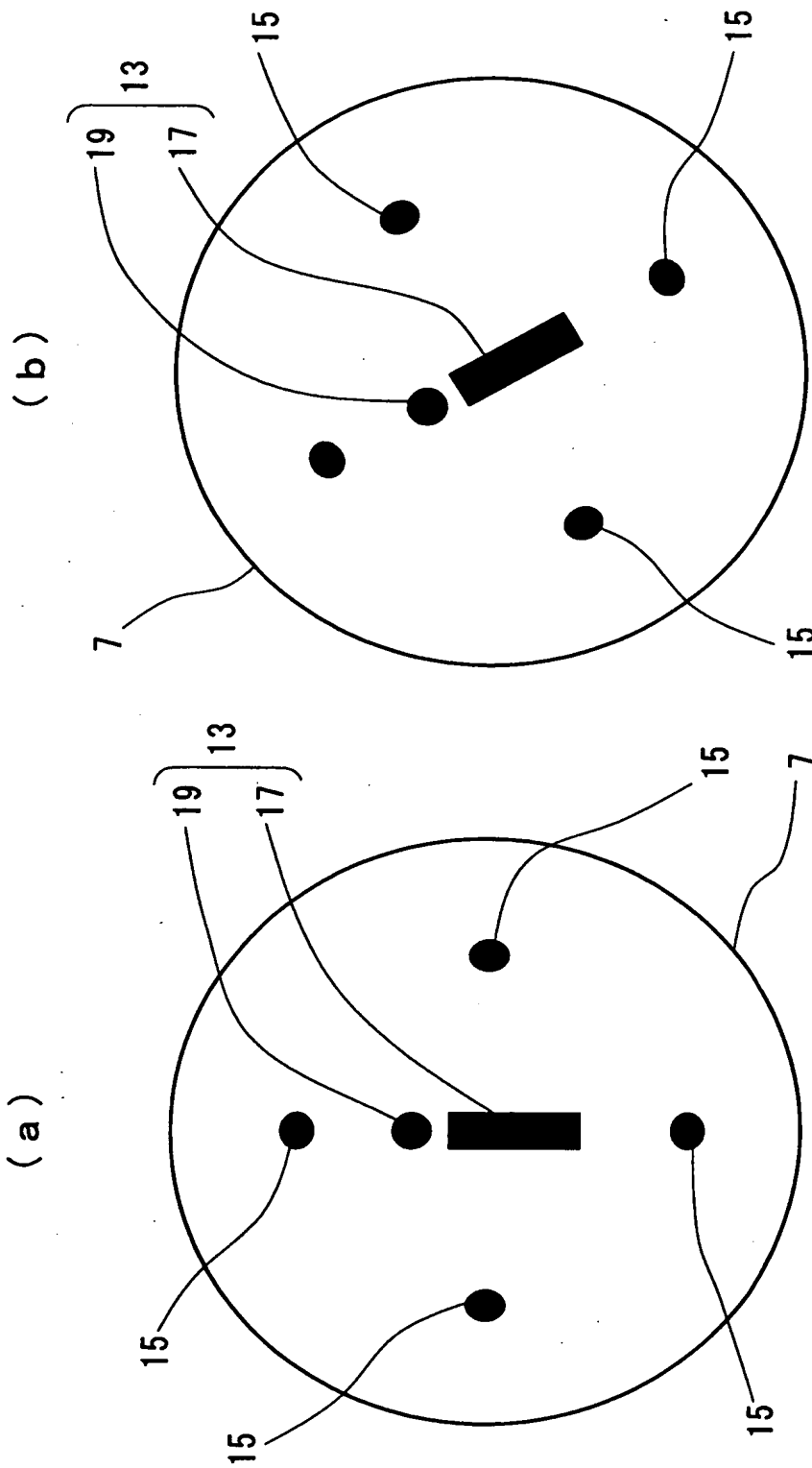
1 9 ・ ・ ・ 円

【書類名】 図面

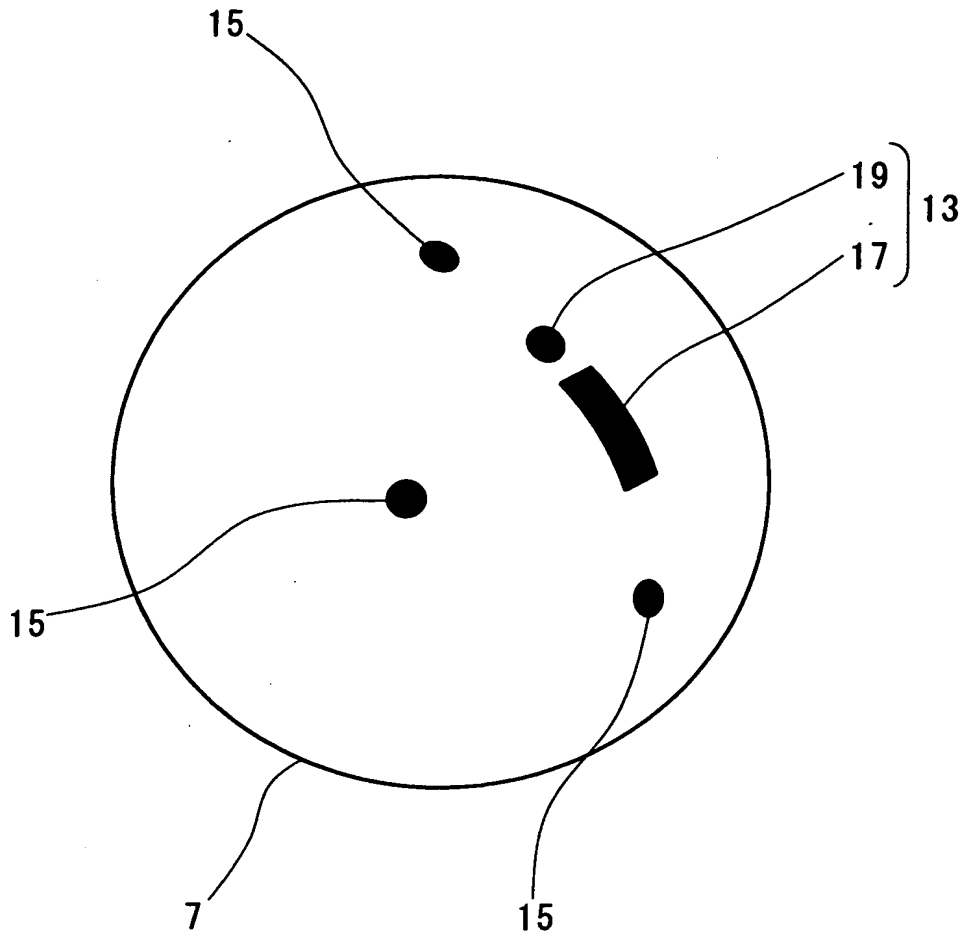
【図 1】



【図2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 回転運動の自動計測が可能で、しかも複数方向の回転がかかった場合にでも計測不能となることが少ない球体回転運動計測方法の提供。

【解決手段】 飛行中の球体を所定時間を隔てて2回撮影し、得られた2枚の静止画像を用いて球体表面の認識マークから画像処理によって球体の回転運動を計測する。認識マークは、方向性を備えた中心マーク13と、この中心マークを取り囲むように配置された回転角度算出マーク15とからなる。中心マーク13は、長方形17と、この長方形17から離間して長方形17の1つの短辺に隣接する円19とからなる。回転角度算出マーク15は、3個以上設けられる。回転角度算出マーク15のそれぞれの中心位置は、中心マーク13の中心位置から13mm以上17mm以下の領域内に存在している。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000183233]

1. 変更年月日	1994年 8月17日
[変更理由]	住所変更
住 所	兵庫県神戸市中央区脇浜町3丁目6番9号
氏 名	住友ゴム工業株式会社